



Customer Number 22,852  
Attorney Docket No. 03180.0324

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Inventors: Shunko MAGOSHI et al. )  
Serial No.: 10/602,670 ) Group Art Unit: Not yet assigned  
Filed: June 25, 2003 )  
For: METHOD FOR CORRECTING A )  
PROXIMITY EFFECT, AN )  
EXPOSURE METHOD, A )  
MANUFACTURING METHOD OF A )  
SEMICONDUCTOR DEVICE AND A )  
PROXIMITY CORRECTION )  
MODULE )

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

CLAIM FOR PRIORITY

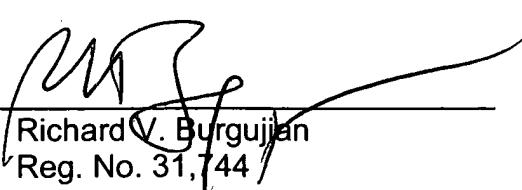
Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application No. 2002-188684, filed June 27, 2002, for the above identified United States Patent Application.

In support of applicants claim for priority, filed herewith is one certified copy of the above.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,  
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Dated: September 2, 2003

By:   
Richard V. Burgujian  
Reg. No. 31,744

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 6月27日

出願番号

Application Number:

特願2002-188684

[ST.10/C]:

[JP2002-188684]

出願人

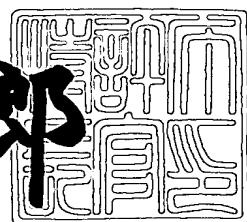
Applicant(s):

株式会社東芝

2003年 5月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3038189

【書類名】 特許願  
【整理番号】 APB025018  
【提出日】 平成14年 6月27日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/00  
【発明の名称】 電子ビーム露光の近接効果補正方法、露光方法、半導体  
装置の製造方法及び近接効果補正モジュール  
【請求項の数】 14  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝  
横浜事業所内  
【氏名】 馬越 俊幸  
【発明者】  
【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝  
横浜事業所内  
【氏名】 佐藤 信二  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003078  
【氏名又は名称】 株式会社 東芝  
【代理人】  
【識別番号】 100083806  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 三好 秀和  
【電話番号】 03-3504-3075  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100068342  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100108707

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 友之

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

特2002-188684

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子ビーム露光の近接効果補正方法、露光方法、半導体装置の製造方法及び近接効果補正モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下地層パターンを分類するステップと、

前記下地層パターンの上部に形成される薄膜層に転写する描画層パターンを、前記分類した下地層パターンにしたがって前記下地層パターンと重複するパターンと重複しないパターンに分割するステップと、

単位領域において前記分割した描画層パターンについてそれぞれパターン面積密度を算出するステップと、

前記パターン面積密度を基に前記描画層パターンに対する補正照射量を算出するステップ

とを含むことを特徴とする近接効果補正方法。

【請求項2】 前記描画層パターンが電子ビーム露光により形成されることを特徴とする請求項1に記載の近接効果補正方法。

【請求項3】 前記描画層パターンの分割が、図形論理演算処理を用いて行われることを特徴とする請求項1又は2に記載の近接効果補正方法。

【請求項4】 前記電子ビーム露光の近接効果の前記補正照射量が、前記パターン面積密度の線形結合の照射量補正式で表されることを特徴とする請求項2又は3に記載の近接効果補正方法。

【請求項5】 前記照射量補正式が、前記補正照射量をD、前記描画層パターンのパターン面積密度を $\alpha$ 、前記下地層の構造のない領域の照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率を $\eta$ 、第k ( $k = 1 \sim n$ ) 番目の前記下地層の構造にしたがって分割された描画パターンのパターン面積密度を $\alpha_k$ 、前記第k番目の下地層の構造に対する照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率を $\eta_k$ 、Cを定数として、

【数1】

$$D = \frac{C}{\left\{ \frac{1}{2} + \eta \left[ \alpha + \sum_{k=1}^n \left( \frac{\eta_k}{\eta} - 1 \right) \alpha_k \right] \right\}}$$

と表されることを特徴とする請求項4に記載の近接効果補正方法。

【請求項6】 前記第k番目の下地層の構造について、前記電子ビーム露光により照射される電子の後方散乱距離以下の長さを単位とする領域によりパターン面積密度を算出することを特徴とする請求項2～5のいずれか1項に記載の近接効果補正方法。

【請求項7】 表面に薄膜層を堆積された下地層パターンを有する基板を準備する工程と、

前記薄膜層の上にレジストを塗布する工程と、

前記レジストに描画される描画層パターンと下地層パターンを取得する工程と

前記下地層パターンの構造を分類する工程と、

前記描画層パターンを、前記分類した下地層パターンにしたがって前記下地層パターンと重複するパターンと重複しないパターンに分割する工程と、

単位領域において前記分割した描画層パターンについてそれぞれパターン面積密度を算出する工程と、

前記パターン面積密度を基に前記描画層パターンに対する補正照射量を算出する工程と、

前記算出された補正照射量で前記レジストを露光する工程

とを含むことを特徴とする露光方法。

【請求項8】 前記描画層パターンが電子ビーム露光により形成されることを特徴とする請求項7に記載の露光方法。

【請求項9】 前記描画層パターンの分割が、図形論理演算処理を用いて行われることを特徴とする請求項7又は8に記載の露光方法。

【請求項10】 前記電子ビーム露光の近接効果の前記補正照射量が、前記パターン面積密度の線形結合の照射量補正式で表されることを特徴とする請求項

8 又は 9 に記載の露光方法。

【請求項 1 1】 前記照射量補正式が、前記補正照射量を D、前記描画層パターンのパターン面積密度を  $\alpha$ 、前記下地層の構造のない領域の照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率を  $\eta$ 、第 k ( $k = 1 \sim n$ ) 番目の前記下地層の構造にしたがって分割された描画パターンのパターン面積密度を  $\alpha_k$ 、前記第 k 番目の下地層の構造に対する照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率を  $\eta_k$ 、C を定数として、

【数 2】

$$D = \frac{C}{\left\{ \frac{1}{2} + \eta \left[ \alpha + \sum_{k=1}^n \left( \frac{\eta_k}{\eta} - 1 \right) \alpha_k \right] \right\}}$$

と表されることを特徴とする請求項 1 0 に記載の露光方法。

【請求項 1 2】 前記第 k 番目の下地層の構造について、前記電子ビーム露光により照射される電子の後方散乱距離以下の長さを単位とする領域によりパターン面積密度を算出することを特徴とする請求項 8 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 1 3】 半導体基板上に、下地層パターンを形成する工程と、前記下地層パターンの上部に薄膜層を堆積する工程と、前記薄膜層の上にレジストを塗布する工程と、前記半導体基板を電子ビーム露光装置の露光ステージに搭載する工程と、前記下地層パターンを分類するステップ、前記レジストに対して描画すべき描画層パターンを前記分類された下地層パターンにしたがって前記下地層パターンと重複するパターンと重複しないパターンに分割するステップ、単位領域において前記分割した描画層パターンについてそれぞれパターン面積密度を算出するステップ、前記パターン面積密度を基に前記描画層パターンに対する補正照射量を算出するステップとにより補正照射量を算出する工程と、

前記算出された補正照射量で前記レジストを露光する工程と、前記レジストを現像する工程と、前記現像されたレジストをマスクとして用いて前記薄膜層を加工し、前記描画

層パターンを前記薄膜層に転写する工程

とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項14】 下地層パターンの上部に形成される薄膜層に描画する描画層パターンを、前記下地層パターンにより分類して、前記分類した下地層パターンにしたがって前記下地層パターンと重複するパターンと重複しないパターンに分割し、単位領域において前記分割した描画層パターンについてそれぞれのパターン面積密度を算出する面積密度計算ユニットと、

前記単位領域の位置と、前記分割した描画層パターンそれぞれのパターン面積密度を記憶する面積密度マップメモリと、

前記パターン面積密度を基に前記描画層パターンに対する補正照射量を算出する照射量補正計算ユニット

とを含むことを特徴とする近接効果補正モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム露光方法に関し、特に近接効果の補正方法、近接効果の補正方法を用いた露光方法、近接効果補正モジュール及び半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

光リソグラフィは、そのプロセス簡易性、低コストなどの利点により広く大規模集積化回路（L S I）等の半導体装置の生産に用いられてきた。常に技術革新が続けられており、近年ではアルゴンフロライド（A r F）エキシマレーザ等の光源の短波長化により $0.1 \mu m$ レベルの素子の微細化が達成されつつある。さらに微細化を進めようと、より短波長のフッ素ガス（F<sub>2</sub>）エキシマレーザを用いた露光装置の開発が進められており、これらは70 nmルール世代対応の量産リソグラフィツールとして期待されている。しかし、このような露光装置を実現するための課題も多く、その開発に関わる時間が長期化しており、半導体装置の微細化のスピードに追いつかなくなることが心配されている。

## 【0003】

これに対して、電子ビーム（EB）リソグラフィでは、細く絞った電子ビームを用いて10 nmまでの加工が可能であることが実証されている。微細化という観点からは当面問題なさそうであるが、描画したパターンの寸法精度に関して、パターン面積密度に依存してパターンの仕上がり寸法が変動してしまう、いわゆる「近接効果」という問題がある。

## 【0004】

露光のために電子ビームを基板に照射すると、電子はレジスト中で散乱しながらレジストを感光させた後、基板材料に衝突して弾性散乱を起こし、反射する。反射を後方散乱、反射した電子を後方散乱電子と呼ぶ。後方散乱電子は基板からレジストに再入射して感光させる。このとき、レジスト中に蓄積されるエネルギーの分布は、次のようなガウス分布の和によって近似的に表される。

## 【0005】

$$f(r) = \{ \exp(-r^2/\beta_f^2) / \beta_f^2 + \eta \cdot \exp(-r^2/\beta_b^2) / \beta_b^2 \} / (1 + \eta) \cdots (1)$$

ここで、 $r$ ：電子ビーム照射位置からの距離、 $\beta_f$ ：前方散乱距離、 $\beta_b$ ：後方散乱距離、 $\eta$ ：照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率、である。右辺第一項が前方散乱を、第二項が後方散乱電子の分布を表している。

## 【0006】

ここで問題となるのは、電子ビームを照射した位置以外の領域も後方散乱電子によって露光されてしまう点である。すなわち、電子ビームを照射した位置のレジストは、入射電子だけでなく、周囲のパターンを露光した際の後方散乱電子によっても露光される。その結果、周辺のパターン面積密度に依存してレジスト中の蓄積エネルギーに分布を生じ、現像後のレジスト仕上がり寸法に分布を生じてしまう。これを近接効果と呼ぶ。

## 【0007】

後方散乱半径は後方散乱距離 $\beta_b$ と同程度であり、この領域よりも狭い小領域に着目すると、その小領域内の後方散乱電子によるレジスト中の蓄積エネルギー $E_b$ は描画層パターン面積密度 $\alpha$ にほぼ比例し、

$$E_b = C \cdot \eta \cdot \alpha \cdot D \quad \cdots (2)$$

と表される。ここで、C：定数、D：照射エネルギー（照射量）である。

#### 【0008】

したがって、描画層パターン面積密度 $\alpha$ に応じて照射量Dを補正することでレジスト寸法を制御することができる。次式は、基板の膜構造が一様な場合の、照射量補正式の一例である。

#### 【0009】

$$D = C / (1 / 2 + \eta \cdot \alpha) \quad \cdots (3)$$

しかしながら、実際のLSI製造工程におけるEB描画時には、Si基板上に設けられた下地パターン構造が存在する。すなわち、電子ビームを照射する位置によって下地パターンの材質が異なるため、後方散乱電子のエネルギー強度分布は材質に依存して変化する。そのため、描画層パターンだけでなく、下地パターンの有無を考慮して、入射エネルギーを補正する必要がある。このため、従来は、エフ.ムライ等、ジャーナル.オブ.ヴァキューム.サイエンス.テクノロジー(F. Murai, et.al., J. Vac. Sci. Technol. B10, 3072(1992))に開示されている式

$$D = C / \{1 / 2 + \eta [\alpha + (\eta_1 / \eta - 1) \alpha \cdot \alpha_{10}]\} \quad \cdots (4)$$

を用いて補正していた。ただし、 $\alpha_{10}$ ：下地層パターン面積密度、 $\eta_1$ ：下地層材料の入射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率、である。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、補正式(4)は、描画パターン領域のうち、下地パターン上に描画されるパターン面積比率が、単位領域内の下地層パターン面積密度 $\alpha_{10}$ に等しいことを仮定している。図9(a)に示すようなパターン面積密度 $\alpha$ の描画層パターン30を、図9(b)に示す下地層パターン面積密度 $\alpha_{10}$ の下地層パターン32を有する半導体基板に露光するとする。描画層パターン30と下地層パターン32のパターンの重なりが、図9(c)に示すような場合、単位領域に対する下地層パターン面積密度 $\alpha_{10}$ と、実際に下地層パターン32を有する半導体基板上に露光される描画層パターン30内での下地層のパターン面積密度とは相違する。

したがって、下地層パターン面積密度  $\alpha_{10}$  を用いる従来の補正式では十分な補正精度が得られない、という問題があった。

【0011】

本発明は、このような課題を解決し、電子ビーム露光の高精度の近接効果補正方法、及び近接効果補正方法を適用した電子ビーム露光方法、半導体装置の製造方法、さらに近接効果補正モジュールを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の第1の特徴は、（イ）下地層パターンを分類するステップと、（ロ）下地層パターンの上部に形成される薄膜層に転写する描画層パターンを、分類した下地層パターンにしたがって下地層パターンと重複するパターンと重複しないパターンに分割するステップと、（ハ）単位領域において分割した描画層パターンについてそれぞれパターン面積密度を算出するステップと、（ニ）パターン面積密度を基に描画層パターンに対する補正照射量を算出するステップとを含む近接効果補正方法であることを要旨とする。

【0013】

本発明の第1の特徴によれば、電子ビーム露光の高精度の近接効果補正方法を提供することができる。

【0014】

本発明の第2の特徴は、（イ）表面に薄膜層を堆積された下地層パターンを有する基板を準備する工程と、（ロ）薄膜層の上にレジストを塗布する工程と、（ハ）レジストに描画される描画層パターンと下地層パターンを取得する工程と、（ニ）下地層パターンの構造を分類する工程と、（ホ）描画層パターンを、分類した下地層パターンにしたがって下地層パターンと重複するパターンと重複しないパターンに分割する工程と、（ヘ）単位領域において分割した描画層パターンについてそれぞれパターン面積密度を算出する工程と、（ト）パターン面積密度を基に描画層パターンに対する補正照射量を算出する工程と、（チ）算出された補正照射量でレジストを露光する工程を含む露光方法であることを要旨とする。

【0015】

本発明の第2の特徴によれば、近接効果を十分な精度で補正する電子ビーム露光方法を提供することができる。

## 【0016】

本発明の第1及び第2の特徴において、描画層パターンが電子ビーム露光により形成されることが好ましい。また、描画層パターンの分割が、図形論理演算処理を用いて行われることが好ましい。コンピュータ支援設計（C A D）ソフトウェアの図形論理演算の論理積（A N D）処理と論理減算（M A S K）処理により容易に、短時間でパターン分割ができる。また、電子ビーム露光の近接効果の補正照射量が、パターン面積密度の線形結合の照射量補正式で表される電子ビーム露光の近接効果補正照射量Dは、描画層パターンのパターン面積密度を $\alpha$ 、下地層の構造のない領域の照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率を $\eta$ 、第k（k=1～n）番目の下地層の構造にしたがって分割された描画パターンのパターン面積密度を $\alpha_k$ 、第k番目の下地層の構造に対する照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率を $\eta_k$ 、Cを定数として、

## 【数3】

$$D = \frac{C}{\left\{ \frac{1}{2} + \eta \left[ \alpha + \sum_{k=1}^n \left( \frac{\eta_k}{\eta} - 1 \right) \alpha_k \right] \right\}}$$

と表される。補正照射量Dを各パターン面積密度 $\alpha$ 、 $\alpha_k$ の線形結合で表すことができ、後方散乱エネルギーの重合を正確に表現でき、近接効果補正の精度を向上できる。さらに、第k番目の下地層の構造について、電子ビーム露光により照射される電子の後方散乱距離以下の長さを単位とする領域によりパターン面積密度を算出することが好ましい。このように下部構造により単位領域を所望の大きさにすることにより、パターン面積密度が精度よく算出でき、また処理時間の短縮が可能となる。

## 【0017】

本発明の第3の特徴は、（イ）半導体基板上に、下地層パターンを形成する工程と、（ロ）下地層パターンの上部に薄膜層を堆積する工程と、（ハ）薄膜層の上にレジストを塗布する工程と、（ニ）半導体基板を電子ビーム露光装置の露光

ステージに搭載する工程と、（ホ）下地層パターンを分類するステップ、レジストに対して描画すべき描画層パターンを分類された下地層パターンにしたがって下地層パターンと重複するパターンと重複しないパターンに分割するステップ、単位領域において分割した描画層パターンについてそれぞれパターン面積密度を算出するステップ、パターン面積密度を基に描画層パターンに対する補正照射量を算出するステップとにより補正照射量を算出する工程と、（ヘ）算出された補正照射量でレジストを露光する工程と、（ト）レジストを現像する工程と、（チ）現像されたレジストをマスクをマスクとして用いて薄膜層を加工し、描画層パターンを薄膜層に転写する工程とを含む半導体装置の製造方法であることを要旨とする。

## 【0018】

本発明の第3の特徴によれば、近接効果補正方法を適用した電子ビーム露光方法を用いた半導体装置の製造方法を提供することができる。

## 【0019】

本発明の第4の特徴は、（イ）下地層パターンの上部に形成される薄膜層に描画する描画層パターンを、下地層パターンにより分類して、分類した下地層パターンにしたがって下地層パターンと重複するパターンと重複しないパターンに分割し、単位領域において分割した描画層パターンについてそれぞれのパターン面積密度を算出する面積密度計算ユニットと、（ロ）単位領域の位置と、分割した描画層パターンそれぞれのパターン面積密度を記憶する面積密度マップメモリと、（ハ）パターン面積密度を基に描画層パターンに対する補正照射量を算出する照射量補正計算ユニットとを含む近接効果補正モジュールであることを要旨とする。

## 【0020】

本発明の第4の特徴によれば、電子ビーム露光の高精度の近接効果補正装置を提供することができる。

## 【0021】

## 【発明の実施の形態】

以下図面を参照して、本発明の第1及び第2の実施の形態について説明する。

以下の図面の記載において、同一または類似の部分には同一または類似の符号が付してある。但し、図面は模式的なものであり、厚みと平面寸法との関係、各層の厚みの比率等は現実のものとは異なることに留意すべきである。したがって、具体的な厚みや寸法は以下の説明を参照して判断すべきものである。また図面相互間においても互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれていることは勿論である。

## 【0022】

## (第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態に係わる係る電子ビーム露光装置は図1に示すように、第1及び第2の成形アーチャ105、108を用いて電子ビームEBの寸法を可変制御しながら露光するものである。電子銃101から放射された電子ビームEBは第1コンデンサーレンズ103および第2コンデンサーレンズ104で電流密度およびケーラー照明条件が調整され、第1成形アーチャ105を均一に照明する。この第1成形アーチャ105の像は、第1投影レンズ106および第2投影レンズ107により、第2成形アーチャ108上に結像される。第2成形アーチャ108上には、電子ビームEBを整形するための開口が複数個設けられており、描画層パターンデータに定義された寸法に応じて、開口の一部を通過する位置に電子ビームEBが照射される。

## 【0023】

電子ビームEBの照射位置の制御は、成形偏向系によって電子ビームEBを偏向して第2成形アーチャ108上のビーム照射位置を制御することで行われる。成形偏向系は、成形偏向器109、成形偏向アンプ120、成形偏向アンプ120に偏向データを送るパターンデータデコーダ119から構成されている。

## 【0024】

第2成形アーチャ108を通過した電子ビームEBは、縮小レンズ110および対物レンズ111により縮小・投影され半導体基板112上に結像される。そして、電子ビームEBの照射位置は対物偏向器113により半導体基板112上に設定される。対物偏向器113は、パターンデータデコーダ119から送られてくる位置データをもとに、対物偏向器113に電圧を印加する対物偏向アン

プリ21で制御される。

【0025】

半導体基板112は、ファラデーカップ114、電子ビーム測定用のマーク台115とともに可動ステージ116上に設置される。可動ステージ116を移動することで半導体基板112またはファラデーカップ114、マーク台115を選択することができる。

【0026】

半導体基板112上の電子ビームEBの位置を移動する場合、半導体基板112上の不必要な部分が露光されないように、電子ビームEBをブランкиング電極130で偏向し、ブランкиングアーチャ131でカットして半導体基板112上に到達しないようにする。ブランкиング電極130への偏向電圧は、パターンデータデコーダ119から送られてくる位置データをもとに、ブランкиングアンプ122で制御される。パターンデータデコーダ119とブランкиングアンプ122の間には、近接効果を補正する近接効果補正モジュール124が設置されている。描画層パターンあるいは下地層パターンデータ等の描画制御データは、パターンデータメモリ118に格納されている。

【0027】

本発明の第1の実施の形態に係わる近接効果補正方法を、図2～図4を用いて説明する。ここでは、露光領域に一部異なる材質の下地層パターンが形成されている場合を取り上げる。近接効果補正モジュール124は、図2に示すように、面積密度計算ユニット140、面積密度マップメモリ141及び照射量補正計算ユニット142より構成されている。以下、図3のフローチャートにしたがい説明する。

【0028】

(イ) まず、ステップS50で、パターンデータデコーダ119は、パターンデータメモリ118から、格納されている描画層パターン及び下地層パターンデータを読み出し、単位領域毎に図形寸法と座標とに分解して近接効果補正モジュール124の面積密度計算ユニット140に出力する。例えば、図4(a)又は(b)に示すように、描画層パターン30は単位領域の中央に位置し、紙面左右

方向に長い矩形であり、下地層パターン32a～32iは正方形で、等間隔に3×3格子状に配置されているとする。

【0029】

(口) ステップ51で、面積密度計算ユニット140は、パターンデータデコーダ119から取得した描画層パターン30の図形寸法と座標より、単位領域毎に図形面積を求めて、描画層パターン30のパターン面積密度マップを計算する。

【0030】

(ハ) ステップS52で、近接効果補正モジュール124の面積密度マップメモリ141は、面積密度計算ユニット140から、単位領域毎に描画層パターン30のパターン面積密度マップを取得し、単位領域の座標をインデックスとして記憶する。

【0031】

(二) 次に、ステップS53で、面積密度計算ユニット140は、下地層パターン32a～32iに重複する描画層のパターンを抽出する。図4(c)に示すように、下地層パターン32a～32iのうち、下地層パターン32d～32fが描画層パターン30と重複し、図4(d)に示すように、重複描画層パターン33d～33fとされる。描画層パターン30の、下地層パターン32d～32fと重複しない領域は、図4(e)に示すように、単独描画層パターン31として区分される。

【0032】

(ホ) ステップS54で、面積密度計算ユニット140は、抽出した重複描画層パターン33d～33fの図形寸法と座標より図形面積を求め、重複描画層パターン33d～33fのパターン面積密度を計算する。この処理を単位領域毎に行い、重複描画層パターン33d～33fのパターン面積密度マップを得る。

【0033】

(ヘ) ステップS55で、面積密度マップメモリ141は、面積密度計算ユニット140から、パターン面積密度マップを取得し、単位領域の座標をインデックスとして記憶する。

## 【0034】

(ト) ステップS56で、近接効果補正モジュール124の照射量補正計算ユニット142は、単位領域の座標をインデックスとして面積密度マップメモリ141から単独描画層パターン31と重複描画層パターン33d～33f、それぞれのパターン面積密度マップを読み出して補正計算を行い、補正照射量Dを算出する。算出した補正照射量より補正照射時間を算出してブランкиング制御信号を出力する。

## 【0035】

(チ) ステップS57で、照射量補正計算ユニット142から出力されるブランкиング制御信号をブランкиングアンプ122がデジタルーアナログ変換(DAC)してブランкиング電極130に対する印加電圧に変換する。電子ビームEBはブランкиング電極130の印加電圧によって偏向されてブランкиングアーチャ131でカットされる。これにより、半導体基板112に到達する電子ビームEBの照射時間が制御され、その結果、露光量が制御される。

## 【0036】

なお、(イ)～(ヘ)で述べたパターン面積密度マップ作成処理は、電子ビーム露光の描画処理に先立って行ってもよい。

## 【0037】

本発明の第1の実施の形態に係わる近接効果補正方法においては、下地層パターン32a～32iのうち、描画層パターン30と重複する下地層パターン32d～32fを抽出して重複描画層パターン33d～33fとする。この重複描画層パターン33d～33fのパターン面積密度 $\alpha_1$ を算出し、次式により補正照射量Dを求める。

## 【0038】

$$D = C / \{1/2 + \eta \cdot [\alpha + (\eta_1 / \eta - 1) \cdot \alpha_1]\} \quad \cdots (5)$$

ここで、 $\alpha$ は、描画層パターンのパターン面積密度、Cは、定数である。また、照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率 $\eta$ 及び $\eta_1$ は、予め下地層パターン毎に実験的に、あるいは計算により求めた値を用いる。

## 【0039】

図4 (d) 及び (e) に示すように、電子ビーム露光は、下地層パターンの無い単独描画層パターン31と、下地層パターン32d～32fの存在する重複描画層パターン33d～33fとの二種類の描画層パターンで行われる。照射量補正式(5)はこの描画層パターンの違いを考慮したものとなっている。即ち、照射量補正式(5)は、次のように書き換えられる。

## 【0040】

$$D / 2 + \eta \cdot (\alpha - \alpha_1) \cdot D + \eta_1 \cdot \alpha_1 \cdot D = C \quad \cdots (6)$$

(6)式の左辺第一項は、近接効果を考慮しない場合、入射エネルギーの2分の1を露光閾値Cとすることを意味する。第二項では、描画層パターン30のパターン面積密度 $\alpha$ から、重複描画層パターン33d～33fのパターン面積密度 $\alpha_1$ を差し引いている。即ち、単独描画層パターン31に対して電子ビーム露光することによって生ずる後方散乱エネルギーを表している。第三項は重複描画層パターン33d～33fに対して電子ビーム露光することによって生ずる後方散乱エネルギーを表している。つまり、照射量補正式(5)あるいは(6)は、これらのエネルギーの和を一定値、即ち露光閾値Cにする補正照射量Dを求める式となっている。したがって、照射量補正式(5)によって補正された照射量Dを用いて描画すると、描画層パターンのパターン面積密度と下地層パターンのパターン面積密度に依存せず、レジストに蓄積させるエネルギーを一定にすることが可能となり、結果として、所望のレジスト寸法が得られる。

## 【0041】

補正計算に先立って、描画層パターン直下に存在する下地層パターンを抽出することで、電子ビームEBを照射する位置の下部構造の違いを補正計算に正確に反映させることが可能となる。この抽出処理は、図形論理演算処理の論理積(AND)処理及び論理減算(MASK)処理によって容易に、かつ、短時間で実行することができる。また、補正計算式において、描画層パターンのパターン面積密度 $\alpha$ と重複描画層パターンのパターン面積密度 $\alpha_1$ が線形結合で表されているので、後方散乱エネルギーの重なり合いを正確に表現でき、従来よりも近接効果補正精度を飛躍的に向上できる。

## 【0042】

なお、ステップS51及びS54で、各下部構造に対応する後方散乱距離 $\beta_b$ 値により単位領域を定めて面積密度マップの平滑化を行うと、より正確な近接効果補正が可能となる。例えば、単位領域としては、後方散乱距離 $\beta_b$ 値の2分の1以下が望ましい。加速電圧50kVで露光する場合、シリコン(Si)基板や、シリコン酸化膜(SiO<sub>2</sub>)あるいはアルミニウム(Al)金属膜等の後方散乱距離 $\beta_b$ は10μm程度であるので、単位領域としては5μm角以下でよい。一方、重金属のタンゲステン(W)膜では、後方散乱距離 $\beta_b$ は5μm程度となり、単位領域としては2.5μm角以下とする。

## 【0043】

次に、本発明の第1の実施の形態に係わる近接効果補正方法を用いた電子ビーム露光による半導体装置の製造工程を説明する。

## 【0044】

(イ) 図5(a)に示すように、半導体基板1の表面にシリコン酸化膜よりも層間絶縁膜2を化学気相成長(CVD)法により堆積する。層間絶縁膜2の一部に反応性イオンエッティング(RIE)法等によりヴィアホールを設け、このヴィアホールに、タンゲステンよりなるプラグ3をスパッタ法等により埋め込む。化学機械的研磨(CMP)法により、層間絶縁膜2の表面を平坦化した後、スパッタあるいは真空蒸着法等によりアルミニウムよりなる導電膜4を形成する。導電膜4の表面に回転塗布等によりレジスト5を設け、電子ビーム露光装置の可動ステージ116に装着する。

## 【0045】

(ロ) パターンデータメモリ118からパターンデータデコーダ119を介して読み込んだ描画層パターン及び下地層パターンデータを基に近接効果補正モジュール124により、各パターン面積密度 $\alpha$ 及び $\alpha_1$ を求める。ここで、下地層はタンゲステンよりなるプラグ3である。したがって、プラグ3を下部構造として含む露光領域の単位領域は、2.5μm角とし、プラグ3を含まない領域では単位領域を5μm角とする。全領域を2.5μm角の単位領域として計算する場合に比べ、計算量が少くなりスループットが向上する。また、照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率 $\eta$ 及び $\eta_1$ は、予め下地層パターン毎に実験

的に求めたシリコン基板及びタンクスチールの値を用いる。これらの値を用いた近接効果補正により電子ビーム露光を行う。その後、現像処理により、図5 (b) に示すように、第1及び第2のレジストパターン6a、6bを、描画層下部にプラグ3を含まない領域、及びプラグ3を含む領域にそれぞれ形成する。

## 【0046】

(ハ) 第1及び第2のレジストパターン6a、6bをマスクとして、反応性イオニエッティング法等により導電膜4の選択エッティングを行い、図5 (c) に示すように、配線層7a、7bを形成する。

## 【0047】

このように、本発明の第1の実施の形態に係わる近接効果補正方法を用いた電子ビーム露光法によれば、描画層パターン領域の下部構造に応じた近接効果補正ができるため、再現性良く、また均一にレジストパターン形成ができる。

## 【0048】

## (第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態に係わる近接効果補正方法は、描画層パターンの下部構造に第1及び第2の下地層パターンを有する場合であり、近接効果補正式が3種類のパターン面積密度の線形結合で表されることに特徴があり、他は第1の実施の形態と同様であるので、重複した記載を省略する。

## 【0049】

本発明の第2の実施の形態に係わる近接効果補正方法を、図6及び図7を用いて説明する。

## 【0050】

(イ) まず、図6のステップS70で、パターンデータデコーダ119は、パターンデータメモリ118から、格納されている描画層パターン、第1及び第2の下地層パターンデータを読み出し、単位領域毎に図形寸法と座標とに分解して近接効果補正モジュール124の面積密度計算ユニット140に出力する。例えば、図7 (a)、(b)又は(c)に示すように、描画層パターン40は単位領域の中央に位置し、紙面左右方向に長い矩形であり、第1の下地層パターン42a、42bは正方形で、単位領域の左、右側でそれぞれ上下方向に関して中央部

に配置され、また、第2の下地層パターン44a、44bは、単位領域の左、右側で上下方向に長い矩形である。

【0051】

(ロ) ステップ71で、面積密度計算ユニット140は、パターンデータデコーダ119から取得した描画層パターン40の図形寸法と座標より、単位領域毎に図形面積を求めて、描画層パターン40のパターン面積密度マップを計算する。ステップS72で、近接効果補正モジュール124の面積密度マップメモリ141は、面積密度計算ユニット140から、描画層パターン30のパターン面積密度を取得する。そして、単位領域毎に描画層パターン30のパターン面積密度マップを得て、単位領域の座標をインデックスとして記憶する。

【0052】

(ハ) 次に、ステップS73で、面積密度計算ユニット140は、図7(e)に示すように、描画層パターン40と第1の下地層パターン42a、42bが重複する第1の重複描画層パターン43a、43bを抽出する。図7(d)に示すように、第1の下地層パターン42a、42bは第2の下地層パターン44a、44bとも重なっている。ステップS74で、面積密度計算ユニット140は、抽出した第1の重複描画層パターン43a、43bの図形寸法と座標より、単位領域毎に図形面積を求めて、パターン面積密度マップを計算する。ステップS75で、面積密度マップメモリ141は、面積密度計算ユニット140から、単位領域毎に第1の重複描画層パターン43a、43bのパターン面積密度マップを取得し、単位領域の座標をインデックスとして記憶する。

【0053】

(二) 同様に、ステップS76で、面積密度計算ユニット140は、図7(f)に示すように、描画層パターン40と第2の下地層パターン44a、44bが重複し、かつ、第1の重複描画層パターン43a、43bの領域を除いた第2の重複描画層パターン45a、45bを抽出する。ステップS77で、面積密度計算ユニット140は、抽出した第2の重複描画層パターン45a、45bの図形寸法と座標より、単位領域毎に図形面積を求めて、パターン面積密度マップを計算する。ステップS78で、面積密度マップメモリ141は、面積密度計算ユニ

ット140から、第2の重複描画層パターン45a、45bのパターン面積密度を取得する。単位領域毎に第2の重複描画層パターン45a、45bのパターン面積密度マップを得て、単位領域の座標をインデックスとして記憶する。第1及び第2の下地層パターン42a、42b、44aおよび44bいずれとも重複しない領域は、図7(g)に示すように、単独描画層パターン41として区分される。

## 【0054】

(ホ) ステップS79で、照射量補正計算ユニット142は、単位領域の座標をインデックスとして面積密度マップメモリ141から単独描画層パターン41と第1の重複描画層パターン43a、43b、第2の重複描画層パターン45a、45b、それぞれのパターン面積密度マップを読み出して補正計算を行い、補正照射量Dを算出する。算出した補正照射量より補正照射時間を算出してブランкиング制御信号を出力する。

## 【0055】

(ヘ) ステップS80で、ブランкиングアンプ122は、照射量補正計算ユニット142から出力されるブランкиング制御信号をデジタルーアナログ変換(DAC)してブランкиング電極130に対する印加電圧に変換する。電子ビームEBはブランкиング電極130の印加電圧によって偏向されてブランкиングアパチャ131でカットされる。このようにして、半導体基板112に到達する電子ビームEBの照射時間が制御され、その結果、露光量が制御される。

## 【0056】

本発明の第2の実施の形態に係わる近接効果補正方法においては、抽出した第1及び第2の重複描画層パターン43a、43b、45aおよび45bより、それぞれのパターン面積密度 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ を算出し、次式により補正照射量Dを求める。

## 【0057】

$$D = C / \{ 1 / 2 + \eta \cdot [ \alpha + (\eta_1 / \eta - 1) \cdot \alpha_1 + (\eta_2 / \eta - 1) \cdot \alpha_2 ] \} \quad \cdots (7)$$

この照射量補正式(7)は、次のように書き換えることができる。

## 【0058】

$$D/2 + \eta \cdot (\alpha - \alpha_1 - \alpha_2) \cdot D + \eta_1 \cdot \alpha_1 \cdot D + \eta_2 \cdot \alpha_2 \cdot D = C \quad \cdots \quad (8)$$

(8) 式の左辺第一項は、近接効果を考慮しない場合、入射エネルギーの2分の1を露光閾値Cとすることを意味する。第二項は、描画層パターン40のパターン面積密度 $\alpha$ から、第1の重複描画層パターン43a、43bに露光するパターン面積密度 $\alpha_1$ と、第2の重複描画層パターン45a、45bに露光するパターン面積密度 $\alpha_2$ を差し引いている。即ち、単独描画層パターン41に対してパターンを露光することによって生ずる後方散乱エネルギーを表している。第三項は第1の重複描画層パターン43a、43bに対する露光によって生ずる後方散乱エネルギーを表し、第四項は第2の重複描画層パターン45a、45bに対する露光によって生ずる後方散乱エネルギーを表している。つまり、照射量補正式(7)は、これらのエネルギーの和を一定値、露光閾値Cにする補正照射量Dを求める式となっている。

## 【0059】

したがって、本発明の第2の実施の形態に係わる近接効果補正方法による補正照射量Dを用いて描画すると、描画層パターンのパターン面積密度と下地層パターンのパターン面積密度に依存せず、レジストに蓄積させるエネルギーを一定にすることが可能となり、結果として、所望のレジスト寸法が得られる。パターン分解処理は、図形論理演算処理の論理積(AND)処理と論理減算(MASK)処理によって、容易に、かつ、短時間で実行することができる。また、補正計算式(7)において、各パターン面積密度 $\alpha$ 、 $\alpha_1$ 及び $\alpha_2$ が線形結合で表されているので、後方散乱エネルギーの重合を正確に表現でき、従来よりも近接効果補正精度を飛躍的に向上できる。

## 【0060】

次に、本発明の第2の実施の形態に係わる近接効果補正方法を用いた電子ビーム露光による半導体装置の製造工程を説明する。

## 【0061】

(イ) 図8(a)に示すように、半導体基板1上に、図5に示した製造工程と

同様にして、第1のプラグ13、及び第1のプラグ13が埋め込まれた第1の層間絶縁膜12の表面に第1の配線層14を形成する。さらに、第2のプラグ16、及び第2のプラグ16が埋め込まれた第2の層間絶縁膜15の表面に導電膜17を形成し、導電膜17の表面にレジスト18を回転塗布し、電子ビーム露光装置の可動ステージ116に装着する。ここで、図8(a)に模式的に示すように、プラグ等の下部構造を持たない領域(左側)、第1及び第2のプラグ13、16とその間の第1の配線層14よりなる下部構造を有する領域(右側)、及び第1のプラグ13と第1の配線層14よりなる下部構造を有する領域(中央)が存在する。図7に倣って、それぞれの領域を、単独描画層パターン、第1の重複描画層パターン、及び第2の重複描画層パターン領域に対応させる。

## 【0062】

(口) 次に、パターンデータメモリ118からパターンデータデコーダ119を介して読み込んだ描画層パターン及び下地層パターンデータを基に近接効果補正モジュール124により、各パターン領域のパターン面積密度 $\alpha$ 、 $\alpha_1$ 及び $\alpha_2$ を求める。ここで、下部構造は、例えばタンクステンからなる第1及び第2のプラグ13、16を含んでいる。したがって、下部構造を含む露光領域の単位領域は、2.5 $\mu\text{m}$ 角とし、下部構造を含まない領域では単位領域を5 $\mu\text{m}$ 角とする。全領域を2.5 $\mu\text{m}$ 角の単位領域として計算する場合にくらべ、計算量を少なくでき、スループットが向上する。また、各領域に対応する照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率 $\eta$ 、 $\eta_1$ 及び $\eta_2$ は、予め下地層パターン毎に実験的に求めた値を用いる。これらの値を用いた近接効果補正により電子ビーム露光を行う。その後、現像処理により、図8(b)に示すように、第1、第2、及び第3のレジストパターン19a、19b、19cを形成する。

## 【0063】

(ハ) 第1、第2及び第3のレジストパターン19a～19cをマスクとして、反応性イオンエッティング法等により導電膜17の選択エッティングを行い、図8(c)に示すように、第2の配線層20a～20cを形成する。

## 【0064】

このように、本発明の第2の実施の形態に係わる近接効果補正方法を用いた電

子ビーム露光法によれば、描画層パターン領域の下部構造に応じた近接効果補正ができるため、再現性良く、また均一にレジストパターン形成ができる。

## 【0065】

## (その他の実施の形態)

上記のように、本発明は第1～第2の実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者にはさまざまな大体実施の形態、実施例及び運用技術が明らかとなろう。

## 【0066】

本発明の第1及び第2の実施の形態においては、下部構造として1又は2種類の構造について示したが、更に多くの種類の下部構造を含む場合でも、同様に複数の重複描画層パターンを抽出して、各々のパターン面積密度を算出することにより、近接効果補正方法が適用できることは、勿論である。この場合の近接効果の補正式は、

## 【数4】

$$D = \frac{C}{\left\{ \frac{1}{2} + \eta \left[ \alpha + \sum_{k=1}^n \left( \frac{\eta_k}{\eta} - 1 \right) \alpha_k \right] \right\}}$$

… (9)

となる。ここで、 $\eta_k$ は、第k ( $k = 1 \sim n$ ) 番目の下地層パターン構造に対する照射エネルギーに対する後方散乱エネルギーの比率、 $\alpha_k$ は、第k番目の重複描画層パターンのパターン面積密度である。また、下部構造としてタンゲステンを用いて説明したが、後方散乱距離 $\beta_b$ は下地材料の原子量にほぼ逆比例するため、高融点金属などの重金属やそれらの化合物を用いる場合にも適用できることは、勿論である。また、下地層の厚さあるいは表面からの配置位置の深さ等が相違すると後方散乱距離 $\beta_b$ は変化するため、このような構造パラメータが相違する場合にも、本発明に係わる近接効果補正が有効であることは、勿論である。また、重複描画層パターンの抽出に、コンピュータ支援設計(CAD)ソフトウェアの図形論理演算処理を用いることにより、容易に短時間で処理することができ

る。また、材質や膜厚あるいは層配置深さなどが異なる下部構造であっても、後方散乱電子のエネルギー分布が同じとみなせる場合は、これらの複数の下地層を同一構造として分類することにより、重複描画層パターン抽出処理が簡略化され、図形処理の時間短縮ができる。

#### 【0067】

このように、本発明はここでは記載していないさまざまな実施の形態等を含むことは勿論である。したがって、本発明の技術的範囲は上記の説明から妥当な特許請求の範囲に係わる発明特定事項によってのみ定められるものである。

#### 【0068】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、電子ビーム露光の高精度の近接効果補正方法を提供することができる。

#### 【0069】

また、本発明によれば、近接効果を十分な精度で補正する電子ビーム露光方法を提供することができる。

#### 【0070】

また、本発明によれば、近接効果補正方法を適用した電子ビーム露光方法を用いた半導体装置の製造方法を提供することができる。

#### 【0071】

さらに、本発明によれば、電子ビーム露光の高精度の近接効果補正モジュールを提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の第1～第2の実施の形態に係る電子ビーム露光装置の概略構成図である。

##### 【図2】

本発明の第1～第2の実施の形態に係る近接効果補正モジュールのブロック図である。

##### 【図3】

本発明の第1の実施の形態に係わる近接効果補正方法の説明に用いるフローチャートである。

【図4】

本発明の第1の実施の形態に係わる近接効果補正方法の重複描画層パターン抽出処理を説明する図である。

【図5】

本発明の第1の実施の形態に係る近接効果補正方法を用いた露光方法による半導体装置の製造工程図である。

【図6】

本発明の第2の実施の形態に係わる近接効果補正方法の説明に用いるフローチャートである。

【図7】

本発明の第2の実施の形態に係わる近接効果補正方法の重複描画層パターン抽出処理を説明する図である。

【図8】

本発明の第2の実施の形態に係る近接効果補正方法を用いた露光方法による半導体装置の作製工程図である。

【図9】

従来の近接効果補正方法の描画層パターン処理を説明する図である。

【符号の説明】

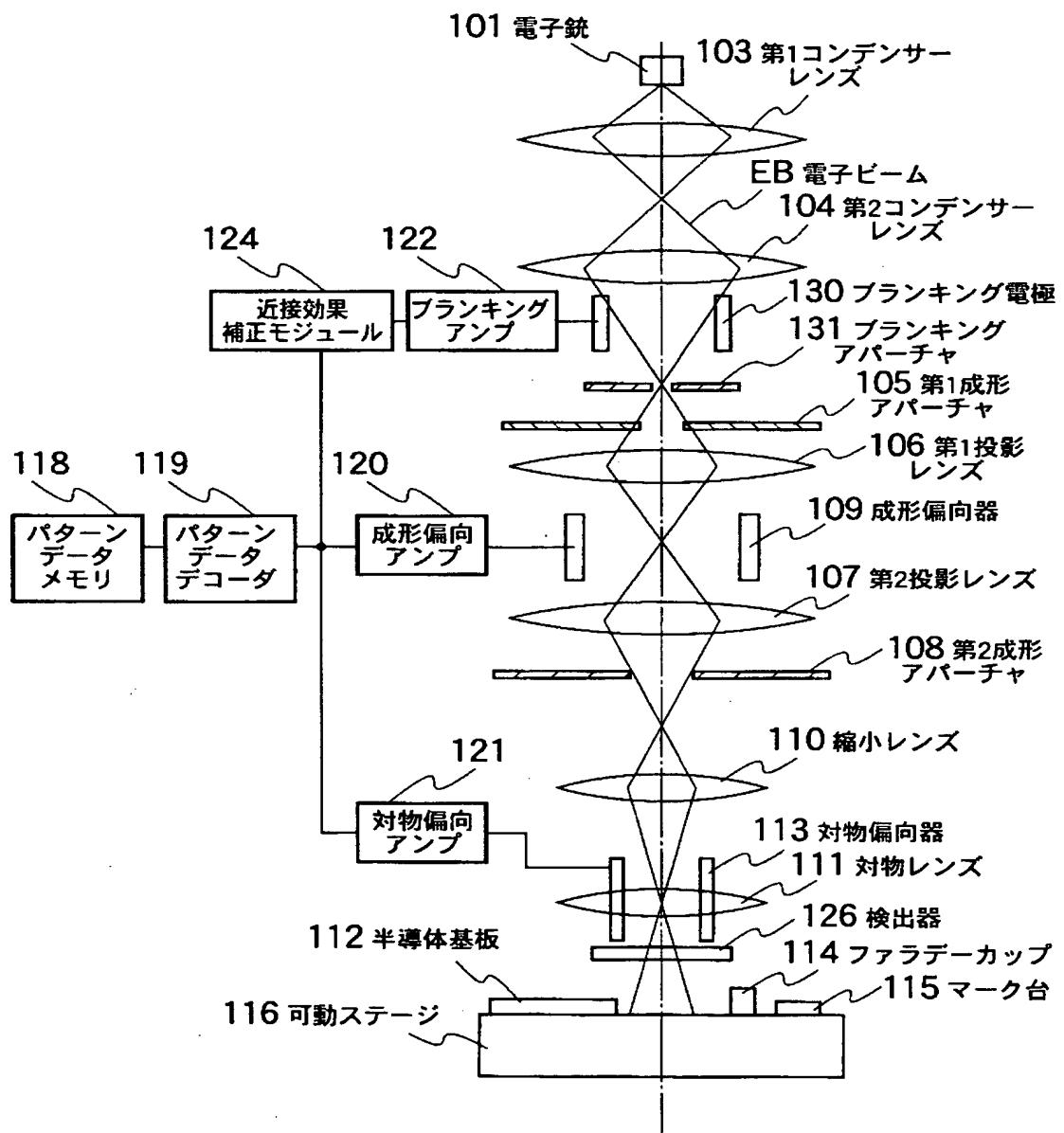
- 1、112 半導体基板
- 2 層間絶縁膜
- 3 プラグ
- 4、17 導電膜
- 5、18 レジスト
- 6 a、19 a 第1のレジストパターン
- 6 b、19 b 第2のレジストパターン
- 7 a、7 b 配線層
- 12 第1の層間絶縁膜

- 1 3 第1のプラグ
- 1 4 第1の配線層
- 1 5 第2の層間絶縁膜
- 1 6 第2のプラグ
- 1 9 c 第3のレジストパターン
- 2 0 a～2 0 c 第2の配線層
- 3 0、4 0 描画層パターン
- 3 1、4 1 単独描画層パターン
- 3 2、3 2 a～3 2 i 下地層パターン
- 3 3 d～3 3 f 重複描画層パターン
- 4 2 a、4 2 b 第1の下地層パターン
- 4 3 a、4 3 b 第1の重複描画層パターン
- 4 4 a、4 4 b 第2の下地層パターン
- 4 5 a、4 5 b 第2の重複描画層パターン
- 1 0 1 電子銃
- 1 0 3 第1コンデンサーレンズ
- 1 0 4 第2コンデンサーレンズ
- 1 0 5 第1成形アパーチャ
- 1 0 6 第1投影レンズ
- 1 0 7 第2投影レンズ
- 1 0 8 第2成形アパーチャ
- 1 0 9 成形偏向器
- 1 1 0 縮小レンズ
- 1 1 1 対物レンズ
- 1 1 4 ファラデーカップ
- 1 1 5 マーク台
- 1 1 6 可動ステージ
- 1 1 8 パターンデータメモリ
- 1 1 9 パターンデータデコーダ

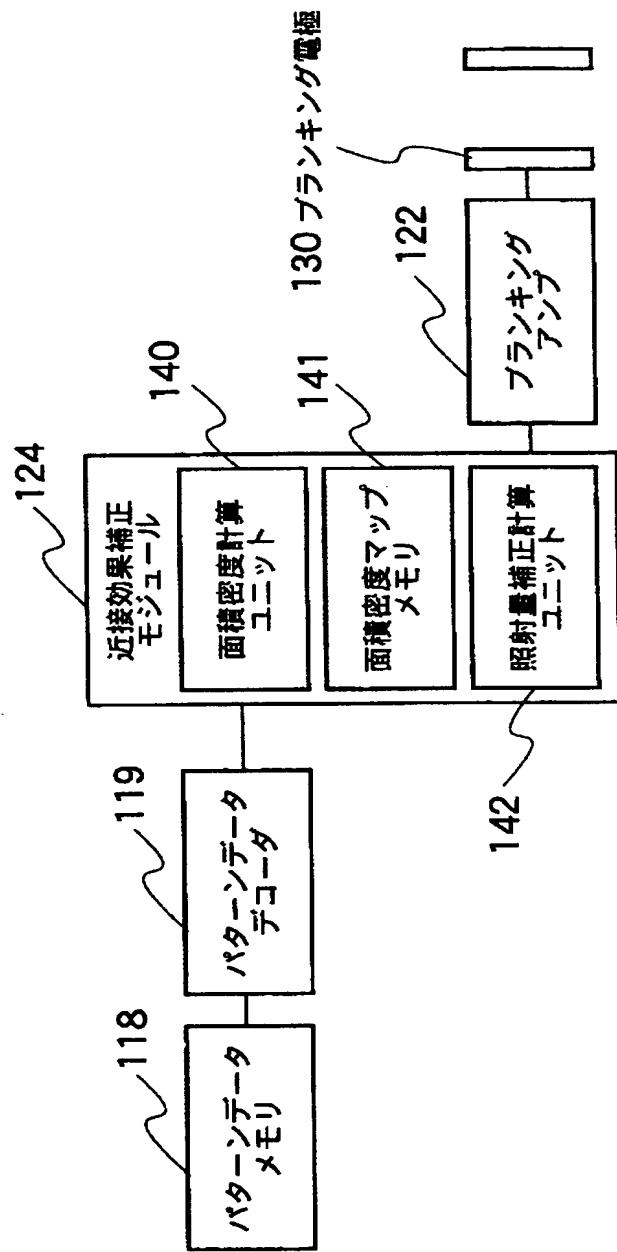
- 120 成形偏向アンプ
- 121 対物偏向アンプ
- 122 ブランкиングアンプ
- 124 近接効果補正モジュール
- 126 検出器
- 130 ブランкиング電極
- 131 ブランкиングアパーチャ
- 140 面積密度計算ユニット
- 141 面積密度マップメモリ
- 142 照射量補正計算ユニット

【書類名】 図面

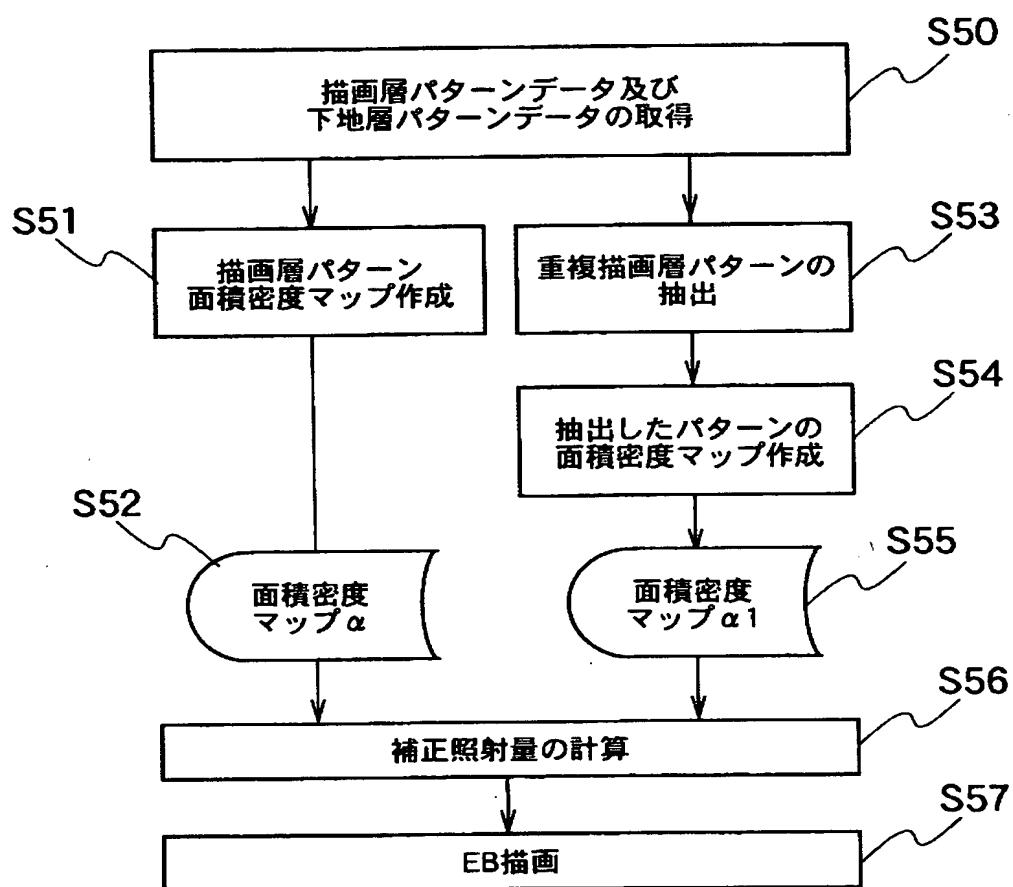
【図1】



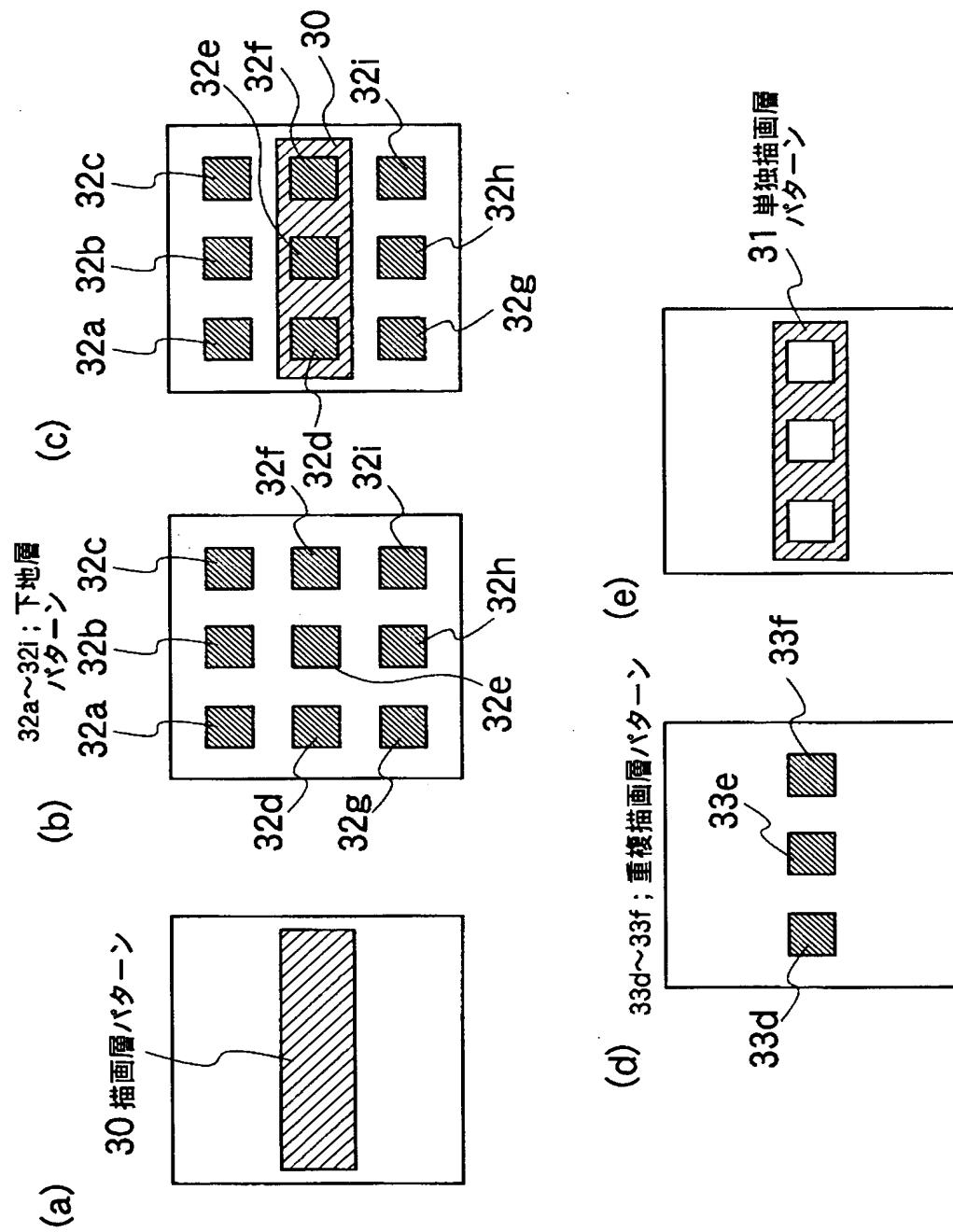
【図2】



【図3】

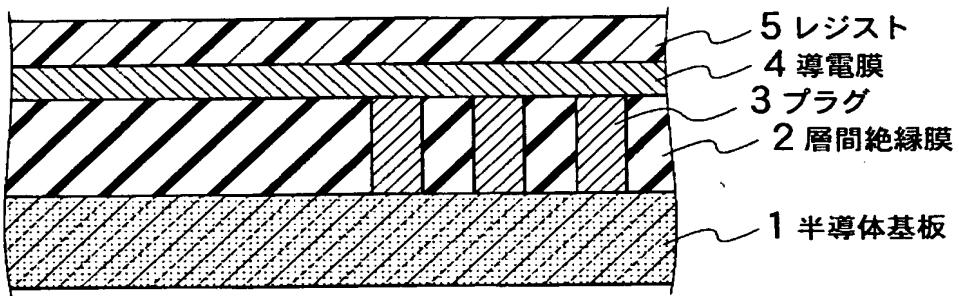


【図4】

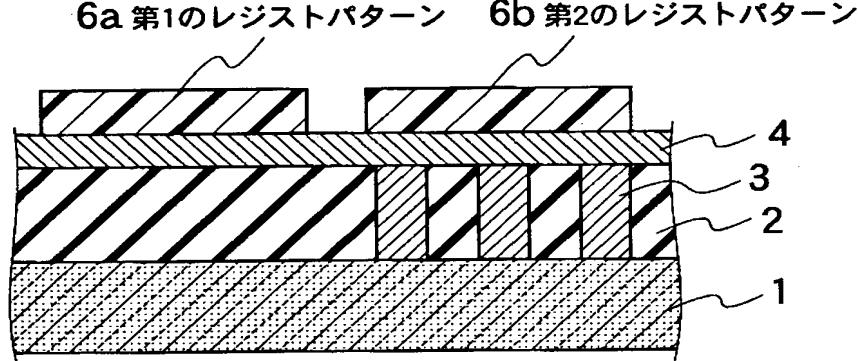


【図5】

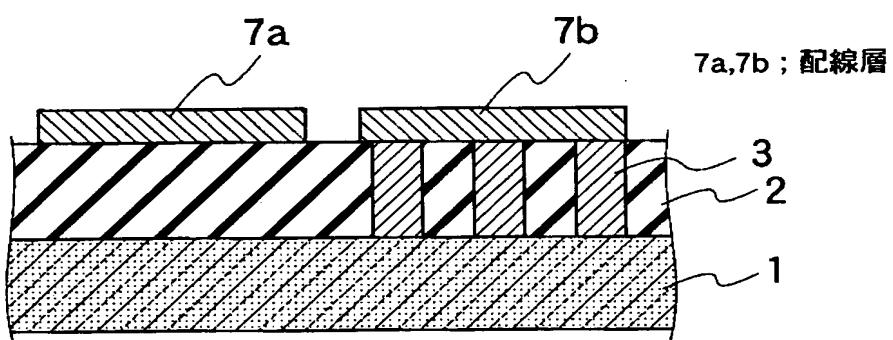
(a)



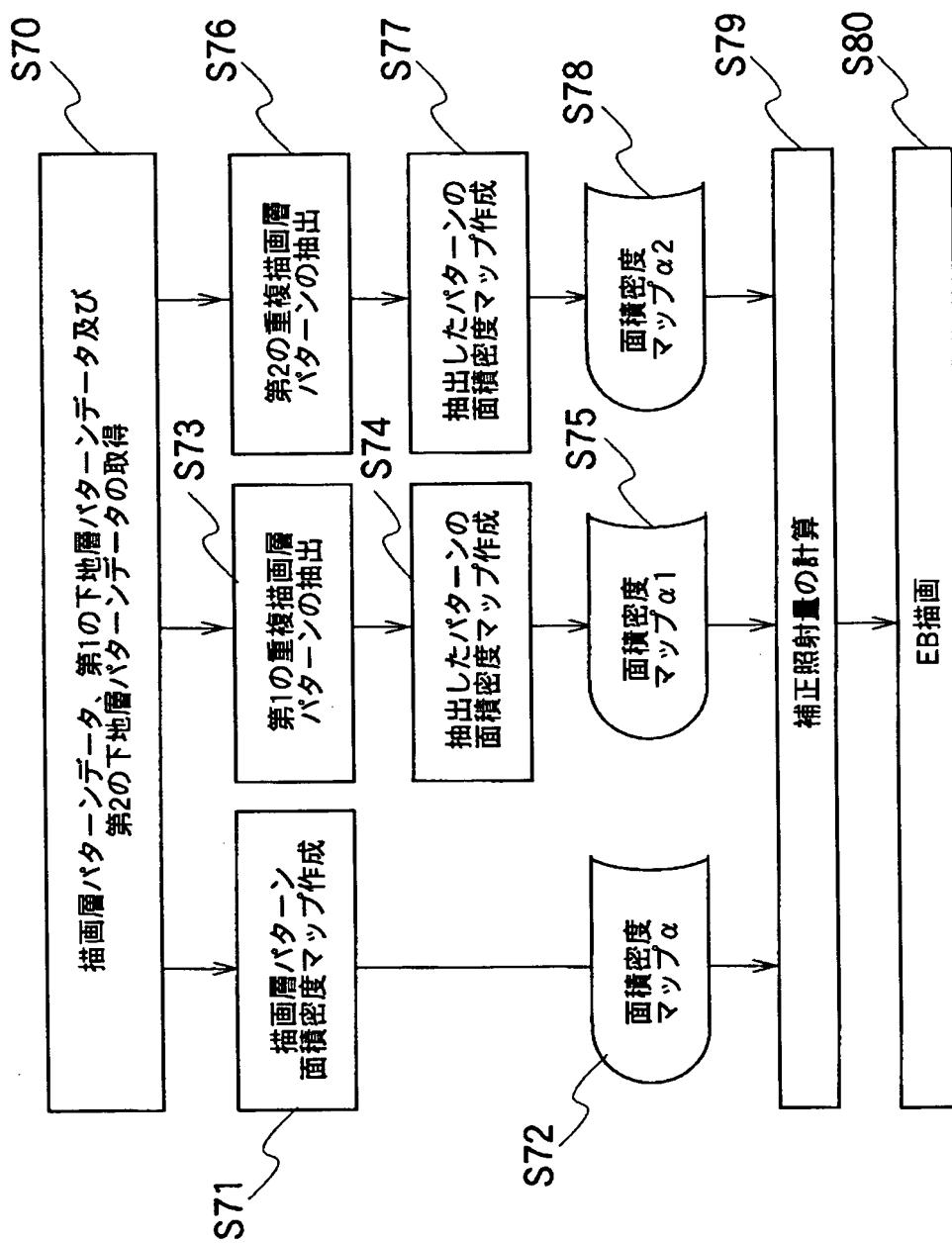
(b)



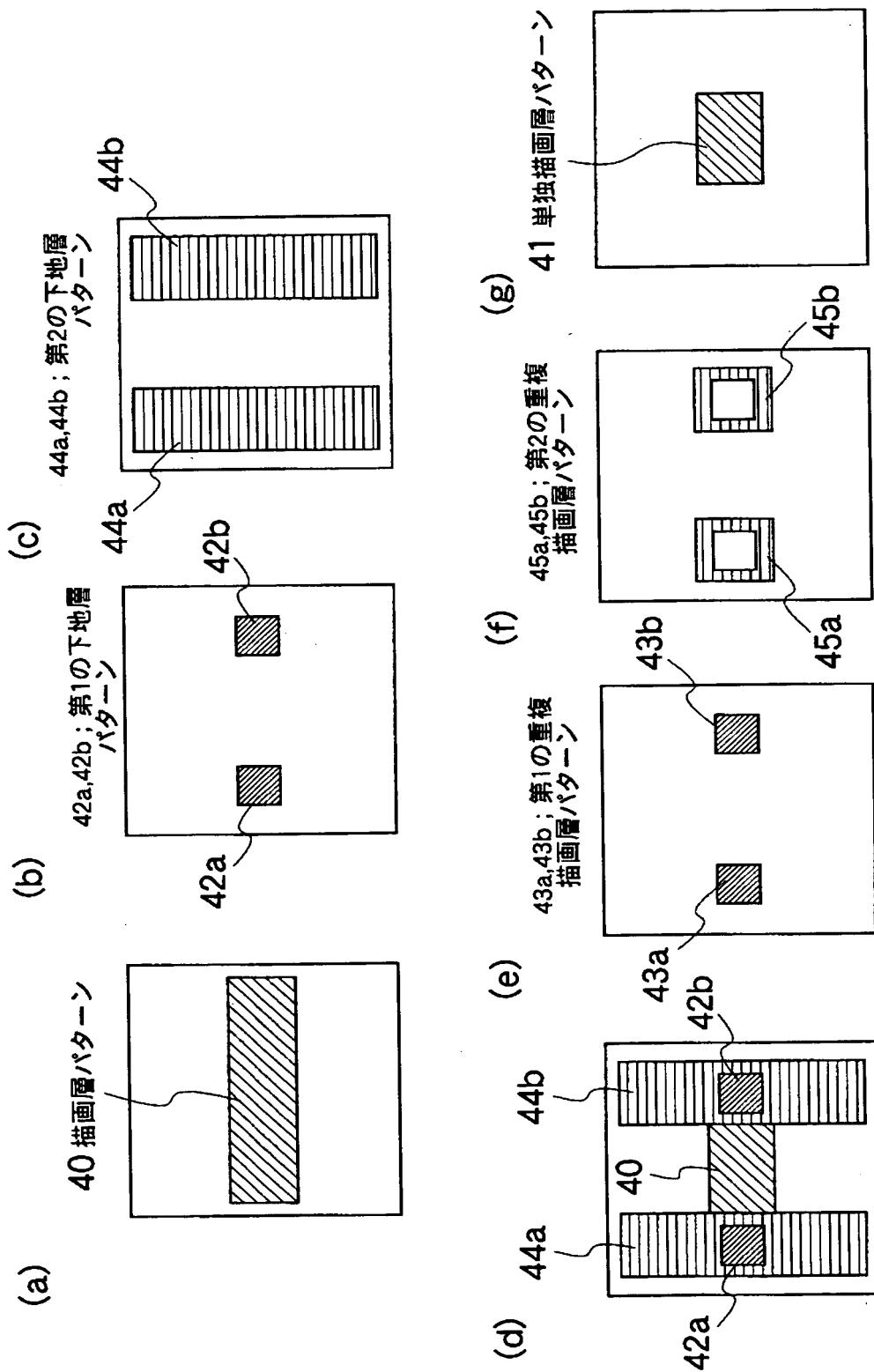
(c)



## 【図6】

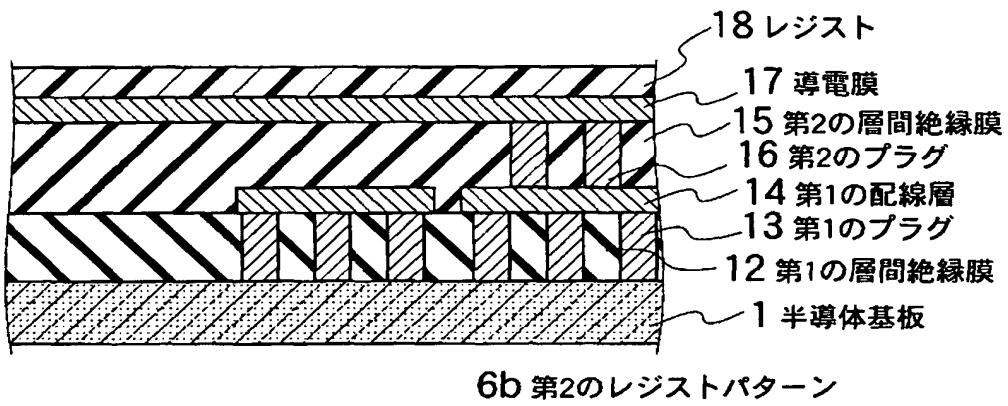


〔図7〕

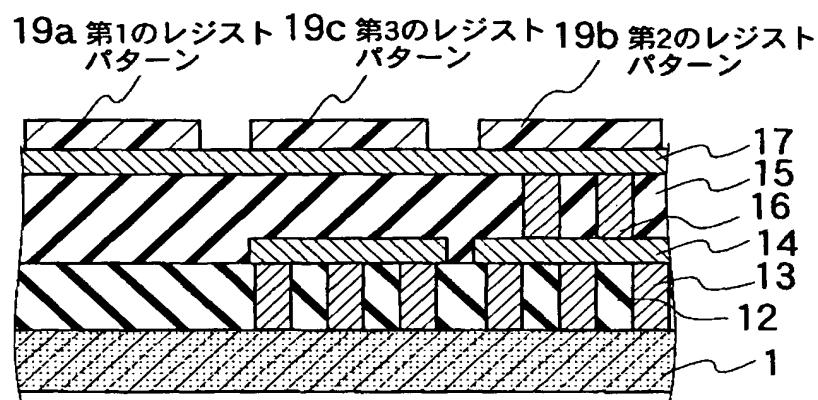


【図8】

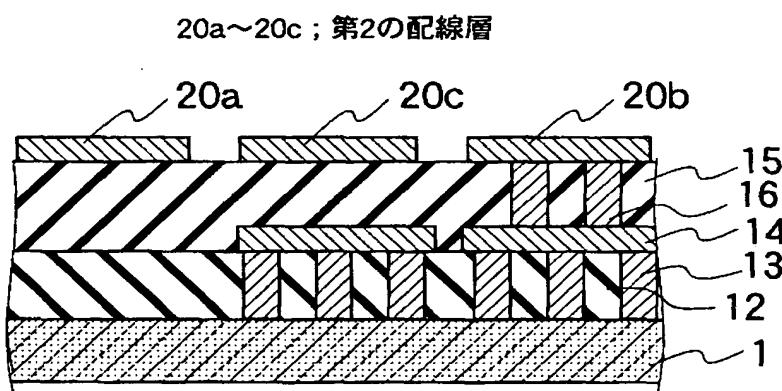
(a)



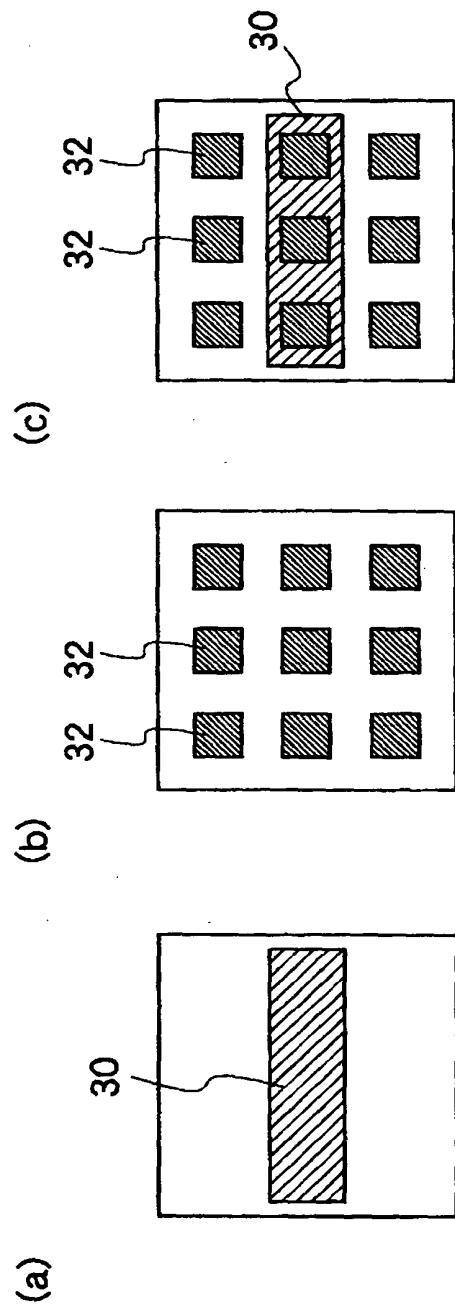
(b)



(c)



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電子ビーム露光の高精度の近接効果補正方法を提供する。

【解決手段】 下地層パターン32を分類し、下地層パターン32の上層に転写される描画層パターン30が下地層パターン32と重複する重複描画層パターン33と重複しないパターン31のパターン面積密度を、単位領域においてそれぞれ算出し、電子ビーム露光の近接効果補正を行う。

【選択図】 図3

出願人履歴情報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名 株式会社東芝